Ueber eine neue quantitative

Zuckerbestimmung im Harn

und ihre

Anwendung für den prakt. Arzt.

Aus der Königl. medizinischen Universitätsklinik
zu Göttingen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshülfe

der

hohen medizinischen Fakultät der Georg-Augusts-Universität

zu Göttingen

vorgelegt von

Bernhard Kerckhoff
aus Haren a. d. Ems.

Göttingen 1906.
Dieterich'sche Univ.-Buchdruckerei von W. Fr. Kaestner.

Der medizinischen Fakultät der Universität Göttingen
vorgelegt am 12. 4. 1906.

Referent: Herr Privatdozent Dr. Bendix.
Korreferent: Herr Geh. Rat Prof. Dr. Ebstein.

Die Drucklegung ist seitens der Fakultät genehmigt.

Auf verschiedene Weise hat man bisher den Zucker im Harn quantitativ zu bestimmen versucht, sowohl auf rein chemischem oder rein physikalischem Wege, als auch durch das biologische Verfahren. Da wir aber in der vorliegenden Arbeit uns nur mit einigen Methoden der quantitativen Zuckerbestimmung beschäftigen wollen, welche wegen ihrer bequemen, leichten und raschen Ausführbarkeit für den vielbeschäftigten Arzt in Frage kommen, so können wir von vornherein die Bestimmungen auf rein chemischem Wege, zu denen man die vielen Titrationsmethoden rechnet, die auf der reduzierenden Wirkung des Traubenzuckers auf gewisse chemische Substanzen basieren, ausser Acht lassen; denn die Titration mit Fehlingscher Lösung, welche zugleich auch noch zu hohe Werte giebt, da der Harn ausser Traubenzucker noch andere reduzierende Substanzen (Harnsäure, Kreatinin u. s. w.) enthält, ist nicht für den Gebrauch des praktischen Arztes geeignet, da sie nur in der Hand eines sehr geübten Untersuchers einigermassen brauchbare Resultate liefert. Auch die vielen Modifikationen und Variationen derselben, welche

zum Teil ja sehr genaue Resultate liefern, wie z. B. das Verfahren von Soxhlet-Allihn, die jodometrische Titration nach Lehmann u. s. w. kann der praktische Arzt wegen ihrer grossen Umständlichkeit und Schwierigkeit in der Ausführung, der langen Dauer derselben, der Kompliziertheit der Apparate und wegen der dabei notwendigen grossen Technik nicht gebrauchen.

Auf physikalischem Wege lässt sich der quantitative Zuckernachweis im Harn am bequemsten und einwandfreiesten durch die polarimetrische Bestimmung führen. Diese beruht auf der optischen Eigenschaft des natürlich vorkommenden Traubenzuckers, die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts zu drehen. Bekanntlich sind die gewöhnlichen, der quantitativen Zuckerbestimmung dienenden Halbschattenapparate derartig eingerichtet, dass man an einer Skala direkt den Zuckergehalt in Prozenten ablesen kann, nachdem man die Verdunkelung der einen Hälfte ausgeglichen hat. Wie einfach und bequem diese Bestimmung bei nur Traubenzucker enthaltendem, klarem und durchsichtigem Urin ist, so wird sie doch erheblich erschwert und komplizierter und ungenauer bei trübem Harn, bei Anwesenheit linksdrehender Substanzen z. B. β-Oxybuttersäure, gepaarter Glycuronsäuren, Eiweiss u. s. w., welche dann zu geringe (bis $^1/_2$ %) Werte zur Folge haben; bei Gegenwart der allerdings sehr selten vorkommenden Lävulose können die Fehler noch grösser sein. Will man unter diesen Umständen genaue Resultate haben, so muss man den Harn vergären, darauf die Linksdrehung desselben bestimmen und den Wert zu der erhaltenen

Rechtsdrehung addieren. Ist Eiweiss in grösseren Mengen in dem Untersuchungsharn, so muss dieses erst durch Aufkochen mit einigen Tropfen verdünnter Essigsäure und nachfolgendem Filtrieren entfernt werden. Ist der Harn dunkel gefärbt und trübe, so ist es unmöglich, ihn direkt im Polarimeter zu untersuchen; es ist dann nötig, den Harn vorher mittels Tierkohle oder gepulverten neutralen Bleiacetats farblos zu machen und zu klären. Dieses sind alles mehr oder weniger zeitraubende und für den Ungeübten unbequeme Proceduren. Ferner ist der Apparat zum Nachweis der Pentosen nicht geeignet, da die bei chronischer Pentosurie vorkommenden Pentosen optisch inaktiv sind. Schliesslich kann der komplizierte Apparat wegen seines teuren Preises wohl nur für Kliniken und Spitäler, nicht aber für den praktischen Arzt, der in seiner allgemeinen Praxis über wenig Diabetiker verfügt, in Betracht kommen.

Wohl die zahlreichsten, mehr oder weniger brauchbaren und befriedigende Resultate liefernden Verfahren und Apparate sind konstruiert worden, um auf biologischem Wege den Zucker im Harn quantitativ zu bestimmen. Die Veranlassung gab die Eigenschaft des Traubenzuckers, durch frische Hefe in Alkohol und Kohlensäure vergohren zu werden. Diesen Umstand hat man benutzt, um einerseits aus der Differenz des spezifischen Gewichtes des traubenzuckerhaltigen Harnes vor und nach Ablauf der Gärung (24 Stunden bei Zimmertemperatur) annährend den Gehalt an Traubenzucker zu bestimmen: die sog. aräometrische Methode. Andrerseits hat man durch Messung des bei der Gärung

entstehenden Volums Kohlensäure die Menge des vorhandenen Traubenzuckers mittels empirisch graduierter Apparate bestimmt.

Ich beschreibe in Folgendem die auf diesem Prinzip beruhenden Apparate, welche ich in dieser Arbeit benutzt habe. Das Einhornsche Gärungsröhrchen besteht aus dem eigentlichen bis 1 % graduierten Gärungsröhrchen und einem auf 10 ccm graduierten Reagensglas. (Vergleiche: Blumenthal, Pathologie des Harns am Krankenbett). Letzteres füllt man bis zur Marke 10 mit dem Untersuchungsharn, setzt ein bohnengrosses Stück Presshefe zu, schüttelt gut durch und füllt mit dieser Lösung das Gärungsröhrchen derart, dass in dem oben geschlossenen Schenkel keine Luftblasen mehr vorhanden sind. Dann setzt man das Röhrchen 24 Stunden einer Temperatur von 20°—37° C. aus, entweder im Brutofen oder über einem gewöhnlichen Ofen. Nach Ablauf dieser Zeit hat sich bei Gegenwart von Traubenzucker durch die dann eingetretene alkoholische Gärung Kohlensäure entwickelt. An der Graduierung kann man dann den Gehalt an Traubenzucker ablesen. Enthält der Harn mehr als 1 %, so muss er entsprechend verdünnt werden; dann aber multiplizieren sich dementsprechend auch die Fehler. Genauere Resultate liefert das auf demselben Prinzip beruhende Lohnsteinsche Sachcharometer. (conf. Blumenthal, Pathologie des Harns am Krankenbett).

Wenn auch dieser Apparat für den Praktiker genügend genaue Resultate liefert, so haften doch auch ihm, wie allen auf der Erzeugung der Kohlensäure durch Hefegärung basierenden Apparaten die grossen

Nachteile an, dass nämlich die Hefe in der erforderlichen Frische und Güte nicht immer leicht beschafft werden kann. So bezog Verfasser zur Anstellung seiner ersten Versuche die nötige Hefe von vier verschiedenen Bäckereien aus der Stadt, welche alle für frische Hefe garantierten, hatte aber stets höchst mangelhafte und oft gar keine Erfolge. Erst bei Gebrauch reiner Bierhefe bei direktem Bezug aus der Brauerei von Weende und Göttingen waren die Resultate mit dem Einhornschen Röhrchen und den Lohnsteinapparaten befriedigende und dem Polarimeter ähnliche. Ferner können durch die oft sehr starke Selbstgärung der Hefe falsche Resultate erbracht werden. Bei diesbezüglichen Versuchen, die vom Verfasser mit verschiedener Hefe angestellt wurden, ergab ein halbes Gramm Hefe in Aq. dest. gelöst im Gärungsröhrchen oft 0,3 %, 0,4 %—0,5 %. Bei meinen Versuchen, die in den Tabellen mitgeteilt sind, wurden deshalb Röhrchen zur Kontrolle der Selbstgärung der benutzten Hefe aufgestellt.

Um nun noch gewisse Mängel, die noch dem Apparat von Lohnstein anhaften, zu beseitigen, hat Wagner einen Apparat angegeben, welcher dasselbe Prinzip hat, der aber vermeidet, dass, wie dies beim Lohnsteinapparat der Fall ist, die Gärungsflüssigkeit mit dem Quecksilber in Berührung kommt und der deshalb die bei letzterem Apparat nach jedesmaligem Gebrauche nötige Reinigung nicht erfordert: Das Gärungs-Sacharo-Manometer. (Münch. Med. Wochenschr. 1905. Pag. 2327). Ein weiterer Nachteil, der sämtlichen auf diesem Prinzip beruhenden Apparaten anhaftet, ist die lange Zeitdauer

welche jede Vergärung erfordert: 6—12 Stunden bei Brutofentemperatur, oft mehrere Tage bei Zimmertemperatur. Zur Herstellung der Brutofentemperatur (37° C.) kann man sich allerdings der sehr einfachen Methode nach v. Esmarch jun. bedienen, bestehend in der Benutzung eines gewöhnlichen Nachtlichtes, das eine auf einem Dreifuss befindliche, mit Wasser gefüllte Blechkasserolle (Konservenbüchse) erwärmt, in die das Sacharometer hineingesetzt wird.

Auch Moore hat bei Mitteilung seiner qualitativen Zuckerprobe, bedingt durch Bräunung der Zuckerlösung beim Kochen mit Kalilauge, schon angegeben, dass man bei einiger Uebung aus der Intensität der entstehenden Färbung auf die vermutliche Zuckermenge Rückschlüsse machen könne; 0,5—1% Traubenzucker geben gelbe Färbung; 1—2% hellbraune; 2—3% kastanienbraune, 4% rotbraune, 5 und mehr Prozent braunschwarze Färbung.

Der praktische Arzt benötigt ein Verfahren, das ihn in den Stand setzt, auf einfache Weise eine relativ genaue quantitative Zuckerbestimmung im Harn in möglichst kurzer Zeit leicht auszuführen; denn sonst überlässt er dieselbe den Apotheken, Laboratorien und anderen Zentralstellen, wo die Untersuchungen aber leider nicht immer Anspruch auf Zuverlässigkeit machen können, da sie vielfach durch weniger geübte Angestellte ausgeführt werden. „Die quantitative Zuckerbestimmung muss aber der Arzt ebenso gut wie die qualitative selbst in der Hand haben, wenn er für seinen Patienten therapeutisch das Beste tun will; denn es ist hier, abgesehen von der Frage der Zuverlässigkeit

der Bestimmungen darauf hinzuweisen, dass eine kunstgerechte Diabetesbehandlung täglich oder wenigstens sehr häufige quantitative Zuckerbestimmungen erfordert, um jede einzelne Modifikation der Diät in ihrer Wirkung sofort verfolgen zu können und darnach den Behandlungsplan aufzubauen". (Sahli, Deutsche med. Wochenschrift 1905. Nr. 36 in der Arbeit „Ueber die Verwendbarkeit der Pavyschen Zuckertitrationsmethode für die Klinik und den praktischen Arzt und über einige technische Modifikationen derselben").

Die Hauptforderungen also, die an ein solches Verfahren gestellt werden müssen, sind:

1. Die Ausführung der Bestimmung muss leicht und einfach sein und keiner Apparate und umständlichen Reagentien bedürfen.

2. Erforderlich ist eine möglichst geringe Abhängigkeit von störenden Nebenumständen, die Fehler im Resultate verursachen können, z. B. die verschiedene Höhe der Temperatur im Zimmer, die Untauglichkeit der Hefe, Selbstgärung derselben, trübe Beschaffenheit des Urins, wechselnde Qualität der nötigen Chemikalien (z. B. Fehlingsche Lösung u. s. w.),

3. relativ genaue Bestimmung,

4. geringer Zeitaufwand.

Erfüllen die aufgezählten Verfahren diese Bedingungen? Hinsichtlich der polarimetrischen Bestimmung sowohl als auch der Methoden auf rein chemischem oder biologischem Wege ist bereits das nötige gesagt. Die quantitative Zuckerbestimmmung mittels der Mooreschen Probe giebt in der üblichen Weise ausgeführt natürlich sehr ungenaue und vage Resultate. Die Methode

ist nun aber von Schittenhelm und Bendix weiter ausgebildet und vervollkommnet. Die folgenden von mir gemachten Versuche beweisen, dass sie die oben aufgestellten Postulate für eine für den Gebrauch des praktischen Arztes bestimmte quantitative Zuckerbestimmung im Harn im weitesten Masse erfüllt.

Der zur Ausführung dieser Methode erforderliche Apparat (von Hausmann in St. Gallen fabriziert) besteht aus zwei vor einer Milchglasscheibe in einem hölzernen Rahmen aufgestellten Röhrchen. Das eine Röhrchen ist verschlossen und enthält eine gelbe Standartlösung, deren Farbenintensität gleich ist der Farbe, die ein Zuckerharn von 1 % Zuckergehalt nach Vornahme der Mooreschen Probe, d. h. nach ungefähr 2 Minuten langem Kochen gleicher Mengen des fraglichen Harns und 25 % Kalilauge, liefert.

Das andere Röhrchen trägt eine empirische Skala, bei der von 5 zu 5 Teilstrichen die Zahlen 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 % markiert sind. Zur Ausführung der Bestimmung kocht man nun den Untersuchungsharn mit einer gleichen Menge 25 % Kalilauge (am besten je 5 ccm) zwei Minuten lang. Das lästige Stossen der Kalilauge und das hierdurch oft hervorgerufene Herausspritzen der Flüssigkeit lässt sich bei einiger Uebung und durch öfteres Schütteln bald vermeiden. Nach dem Kochen kühlt man unter der Wasserleitung die bei Gegenwart von Zucker jetzt braungefärbte Harnlösung sofort ordentlich ab, und füllt dann damit das graduirte Röhrchen bis zur Marke 1 %, die 5 ccm. entspricht, an. Enthielt der Harn 1 % Traubenzucker, so ist jetzt die Farbenintensität im graduirten Röhrchen gleich der der

Standartlösung. Auf diese Weise ist der Nullpunkt der Skala eingestellt. Enthielt der Untersuchungsharn aber mehr als 1 % Traubenzucker, d. h. eine unbekannte Menge, so ist die Lösung im graduirten Röhrchen dunkler als die Standartlösung. In diesem Falle giesst man solange Wasser hinzu, als die Lösung dieselbe Farbenintensität hat, wie die Standartlösung. Ist dieser Punkt getroffen, so fügt man noch tropfenweise Wasser hinzu solange, als die beiden Lösungen an Farbe gleich bleiben. Die Höhe des Meniskus, abgelesen an der Graduierung, giebt dann direkt den Zuckergehalt in Prozenten an. Bei Harnen mit einem Zuckergehalt unter 0,5 % ist der Apparat allerdings nicht zu gebrauchen, doch wird bei solchen geringen Werten dem praktischen Arzte der qualitative Nachweis allein genügen. Bei über 5 % enthaltendem Harn muss dieser am besten auf die Hälfte verdünnt werden, da die Graduierung nur bis 5 % anzeigt. Das richtige Resultat erhält man dann natürlich durch Verdoppelung der angezeigten Prozente.

Mit diesem Apparate habe ich viele Versuche angestellt und zur Kontrolle die polarimetrische Bestimmung und die Gärungsmethode herangezogen. Meine Versuche erstreckten sich auf reine Traubenzuckerlösungen, gezuckerte normale Harne, auf Diabetikerurine und auf Harne mit Pentosen (Xylose) und mit Milchzucker. In den folgenden Tabellen seien einige meiner vielen vergleichenden Untersuchungen mitgeteilt. Zur Kontrole, die in Anbetracht der subjektiven Täuschungen solcher kolorimetrischer Bestimmungen unumgänglich notwendig war, wurden mir von Laboratoriumsassistenten

Herrn Dr. Samuely mir unbekannte Verdünnungen von Zuckerlösungen, gezuckerten Harnen und Diabetikerurinen gemacht.

Der Zuckergehalt der Stammlösungen war vorher auf polarimetrischem Wege festgestellt. Der von mir für die Verdünnungen nach dem kolorimetrischen Verfahren mit dem Apparat festgestellte Zuckergehalt musste mit den mir bei der Ausführung unbekannten Verdünnungskoeffizienten multipliziert dem Polarisationswert gleich sein. Auf diese Weise sind die Werte gefunden, die in den folgenden Tabellen angegeben sind. Wie aus einem Vergleich dieser Tabellen ersichtlich ist, ist die Uebereinstimmung der gefundenen Werte eine durchaus befriedigende. Natürlich versteht es sich, dass Uebung und Gewohnheit bei der Vergleichsprüfung von Farbenunterschieden bei der kolorimetrischen Methode die Genauigkeit der Bestimmungen mit beeinflussen. Zu den hier folgenden Tabellen

A und B

ist folgendes zu bemerken:

Tabelle A.

Wässerige Zuckerlösungen.

Auf 100 H_2O kamen von reinem Traubenzucker:

No.	g.	Alkali-Apparat	Polarimeter	Gärung	
				Lohnstein	Einhorn
1	5,4 Z.	5,6 %	5,4 %	5,2 %	5,4 %
2	516 „	5,2 „	5,1 „	5,2 „	5,0 „
3	6,5 „	6,6 „	6,6 „	6,4 „	6,4 „
4	2,1 „	2,2 „	2,2 „	1,9 „	2,0 „
5	3,26 „	3,4 „	3,2 „	2,85 „	3,3 „
6	2,7 „	2,6 „	2,6 „	2,6 „	—

Tabelle B.

Gezuckerte Harne von geringem Farbstoffgehalt, heller Farbe.

No.	g.	Alkali-Apparat	Polarimeter	Gärung	
				Lohnstein	Einhorn
1	1,7 Z.	1,8 %	1,7 %	—	1,6 %
2	1,5 „	1,6 „	1,6 „	—	1,5 „
3	1,3 „	1,2 „	1,3 „	—	1,2 „
4	5,9 „	6,0 „	5,8 „	5,8 %	5,8 „
5	3,6 „	3,6 „	3,6 „	3,2 „	—
6	4,2 „	4,2 „	4,2 „	4,0 „	—

Bei den Gärungsbestimmungen finden sich geringe Schwankungen der gefundenen Werte, die sich aus den schon früher beschriebenen Schwierigkeiten solcher

Versuche (Tauglichkeit der Hefe, Selbstgärung derselben u. s. w.) leicht erklären. Die Differenzen zwischen den theoretischen Werten und den mit der Alkalimethode gefundenen Werten betragen bei Tabelle A 0,2 %, bei Tabelle B nur 0,1 %.

Auch diese an und für sich für den praktischen Arzt bedeutungslose Verschiedenheit lässt sich erklären, da bei der Einstellung der Standardlösung auch auf die Urineigenfarbe, die nur bei der Tabelle B mitspielt, nicht bei A, Rücksicht genommen ist.

Tabelle C.

Harne mit Eiweiss und Zucker.

Für die Polarisation wurde das Eiweiss durch Aufkochen mit Essigsäure gefällt und abfiltriert.

No.	Traubenzucker	Alkali-Apparat	Polarimeter	Gärung	
				Lohnstein	Einhorn
1	4,51 g	4,6 %	4,5 %	4,4 %	4,5 %
2	3,8 „	3,6—3,7 %	3,8 „	3,8 „	3,6 „
3	3,84 „	3,8 %	3,8 „	—	3,2 „
4	7,4 „	7,6 „	7,4 „	7,4 „	7,2 „
5	9,0 „	9,0 „	9,0 „	9,0 „	—
6	8,5 „	8,4 „	8,4 „	8,4—8,5 %	—

Tabelle D.

Dunkle Urine. (Harnfarbstoff).

No.	Trauben-zucker	Alkali-Apparat	Polarimeter	Gärung	
				Lohnstein	Einhorn
1	1,0 g	1,2 %	1,0 %	—	1,0 %
2	2,0 „	2,0 „	2,0 „	1,8 %	—
3	5,0 „	5,2 „	5,0 „	5,2 „	4,9 „
4	2,25 „	2,2 „	2,1 „	2,2 „	2,2 „
5	3,36 „	3,4 „	3,2–3,4 %	—	2,2–2,4 %
6	3,94 „	4,0 „	4,0 %	—	3,8 „

Aus der Tabelle C ist ersichtlich, dass die Gegenwart von Eiweiss, das durch die Kalilauge in lösliches Alkalialbuminat verwandelt wird, der Anwendung des Alkaliapparates kein Hindernis entgegengesetzt und durchaus nicht störend wirkt, wie dies beim Polarimeter der Fall ist. Das Gleiche gilt für die Tabelle D, bei der sehr dunkle Harne zur Verwendung kamen. Nur die Gegenwart von Gallenfarbstoffen schliesst die Alkalimethode aus.

Die folgenden Tabellen beziehen sich auf Diabetikerharne mit geringerer Zuckerausscheidung, speziell auf Diabetesfälle ohne Acidosis. Auch hier sind die Resultate mit dem Alkaliapparate durchaus befriedigende.

Tabelle E.

Diabetiker-Harne ohne Acidosis.

No.	Harn-farbe	Alkali-Apparat	Polarimeter	Gärung Lohnstein	Gärung Einhorn
1	hellgelb	0?	0,2 %	0,26 %	—
2	„	1,0 %	1,0 „	—	1,0 %
3	blassgelb	1,6 „	1,4 „	1,4 „	1,6 „
4	gelb	1,2 „	1,2 „	—	1,0 „
5	hellgelb	2,2 „	2,0—2,2 %	—	2,4 „
6	„	6,6 „	6,4 %	8,0 „	—

Tabelle F.

Diabetiker-Harne ohne Acidosis.

No.	Harn-farbe	Alkali-Apparat	Polarimeter	Gärung Lohnstein	Gärung Einhorn
1	gelb	0,6—0,8 %	0,8 %	0,8 %	—
2	hellgelb	3,2 %	3,0—3,2 %	—	3,2 %
3	„	2,6 „	2,5 %	2,4 „	2,8 „
4	„	1,8 „	1,6 „	2,0 „	1,8 „
5	blassgelb	4,4 „	4,2—4,4 %	3,6 „	—
6	hellgelb	4,6 „	4,2—4,4 „*)	—	4,2 „

*) Harn No. 6 hatte viel Eiweiss.

Die grosse Versuchsreihe der folgenden Tabelle G betrifft Diabetiker-Urine, welche fast alle eine starke Aceton-, Acetessigsäure- und β-Oxybuttersäure-Reaktion gaben, für die in der Praxis eine quantitative Zuckerbestimmung am wesentlichsten ist. Gerade bei diesen

Versuchen wurde die Selbstkontrole in ausgiebigster Weise angewendet, und die in der Rubrik (Alkali-Apparat) angeführten Bestimmungen sind alle mit verdünnten Diabetiker-Harnen ausgeführt, deren Konzentration mir unbekannt war. Denn bei der Anwesenheit linksdrehender Substanzen, wie β-Oxybuttersäure, deren Gegenwart bei diesen schweren Diabetesfällen vermutet werden darf, müsste der Polarisationswert um geringere Prozentteile zu klein gefunden werden. Bei genauer Funktionstüchtigkeit des Alkaliapparates musste theoretisch der nach der kolorimetrischen Methode gefundene Zuckerwert grösser ausfallen als der Polarisationswert. Dieses ist im Experiment, wie die Tabelle zeigt, in der Tat der Fall. Es sei aber bemerkt, dass der günstige Ausfall dieser Bestimmungen auch durch die grosse Uebung und Einstellung des Auges auf die Farbendifferenzen bedingt war. Die Differenz der Zuckerwerte zu Gunsten der kolorimetrisch bestimmten Zahlen schwankt zwischen 0,2% und 0,4%. Zu den mit dem Polarimeter gefundenen Werten ist nichts zu bemerken, da die Fehler innerhalb der Versuchsbedingungen liegen. Aus demselben Grunde will ich auch auf die Uebereinstimmung der Gärung mit der Polarisation und der colorimetrischen Methode keinen allzugrossen Wert legen. Ich habe oftmals bei Wiederholung solcher Gärungsversuche die erstaunlichsten Differenzen gefunden. Höchstwahrscheinlich ist es, dass bei den Gärungsversuchen der verschieden starke Säuregrad des Harns das Resultat auch mitbeeinflusst. Es ist nicht anzunehmen, dass der praktische Arzt bei Anwendung des Gärungsröhrchens auf

Tabelle G.

Diabetikerharne mit Acidosis.

No.	Farbe	Alkaliappar.	Polarimeter	Lohnstein	Einhorn	Eigengärung	Eiweiss	Aceton	Acetessigsäure β-Oxybuttersäure
		%	%	%	%				
1	blass	4,4	4,4	4,6	5,2	+	—	+	+
2	blassgelb	4,4—4,6	4,6	—	—	—	—	+	—
3	hellgelb	2,6	2,6	2,6	2,6	—	—	—	—
4	blassgelb	7,2	7,0	7,0	7,2	+	—	+	+
5	„	5,0	4,8	4,8	4,6	+	—	+	+
6	hellgelb	6,8	6,8	—	7,0 7,4	+	—	—	—
7	gelb	7,4	7,0	7,2	7,2	—	—	+	+
8	„	5,0	5,2	5,0	5,2	+	—	+	+
9	„	3,0	3,0	3,0	3,0	—	—	—	—
10	blass	5,2	4,8	5,2	4,8	—	—	+	+
11	„	5,4	5,4	4,6	6,8	—	—	+	—
12	„	7,6	7,1	7,0	7,0	—	—	+	+
13	hellgelb	7,8	7,4	7,2	8,1 8,2 7,2	+	—	+	+
14	„	4,8	4,8	4,8	4,6	—	—	+	+
15	blass	7,2	7,0	7,2	8,4	+	—	+	—
16	hellgelb	8,8—9,0	8,8	8,0 8,2	8,0	—	—	+	+
17	„	8,0	7,6	7,8	7,6	—	—	+	+
18	gelb	6,2	6,0	5,8	6,4	+	+	+	+
19	hellgelb	6,4	6,2	6,4	6,0	—	—	+	+
20	„	5,6	5,2—5,4	—	5,4	—	+	—	—

eine vorherige Abstumpfung der Harnazidität achten würde.

Die weiteren wenigen Versuche haben gezeigt, dass der Apparat auch für Pentosennachweis ausreichende Werte giebt, für Milchzucker aber ungeeignet ist.

Wie wir aus den Tabellen ersehen, liefert der Apparat genaue Resultate, die für die Bedürfnisse des praktischen Arztes vollauf genügend sind. Folgende Vorzüge aber hat die Anwendung des Apparates noch vor sämtlichen anderen Methoden:

1. Die Ausführung der Bestimmung ist eine höchst einfache und leichte; sie bedarf keiner umständlichen Manipulationen, keiner komplizierten und teuren Apparate.

2. Die Abhängigkeit von störenden Nebenumständen ist eine geringe; das Entfernen von Eiweiss ist nicht nötig. Auch die Eigenfarbe des Harns und eine eventuelle Trübung desselben sind nur wenig oder fast gar nicht störend; zudem ist der Diabetikerharn meist hell. Vorhandene Phosphate senken sich schnell zu Boden und haben noch den Vorteil, dass sie die Eigenfarbe des Harnes mit sich reissen, die Karamelfarbe dagegen nicht oder fast gar nicht. Die Probe bedarf ferner keiner Brutofentemperatur, hat nicht die Nachteile der Gärungsapparate. Die Anwesenheit von β-Oxybuttersäure ist nicht störend, wie beim Polarimeter und die Resultate sind in diesen Fällen soger noch genauer als beim Polarimeter.

3. Die Zeit, welche die Bestimmung erfordert, ist eine sehr geringe. Bei einiger Uebung kann man den Nachweis in 3—4 Minuten führen.

Auf Grund meiner Versuche darf ich wohl behaupten, dass die Bestimmung mittels des neuen Schittenhelm-Bendix'schen Apparates bei gebührender Würdigung ihrer mannigfachen und grossen Vorzüge, welche sie vor anderen Methoden besitzt, eine der einfachsten, bequemsten und am schnellsten zum Ziele führenden Methoden der quantitativen Zuckerbestimmung im Harne für den praktischen Arzt ist.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. Ebstein für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse, Herrn Dr. Samuely für die mannigfache, gütige Unterstützung und die vielfachen Ratschläge meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Bernhard Kerckhoff, geboren am 9. Dez. 1881 zu Haren a. d. Ems, Provinz Hannover, besuchte bis zum 10. Lebensjahre die Volksschule meines Heimatsortes, hatte zu gleicher Zeit Privatunterricht in der lateinischen und französischen Sprache und in der Mathematik. Kam dann auf das Gymnasium zu Meppen, und von hier als Unterprimaner auf das Gymnasium zu Osnabrück. Hier erhielt ich das Reifezeugnis, besuchte dann die Universitäten Heidelberg, Göttingen, Kiel, München und Göttingen; in Göttingen bereitete ich mich auf das Staatsexamen vor und erhielt am 30. I. 1906 die Approbation als Arzt.